

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-023227

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

H04L 12/00

H04B 10/20

H04L 12/28

H04L 12/42

(21)Application number : 07-196978

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 10.07.1995

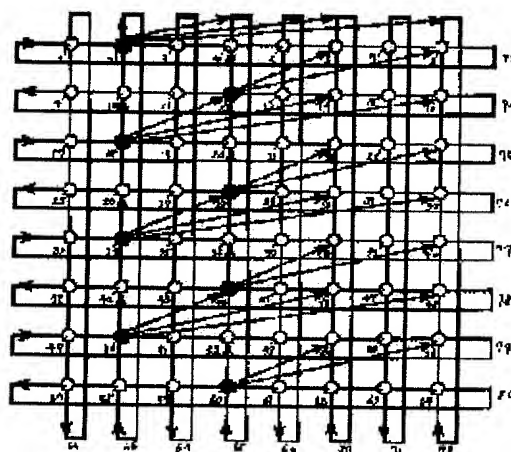
(72)Inventor : YAMAMOTO MITSURU

(54) NETWORK SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a network system in which an increased delay is prevented by the occurrence of congestion.

SOLUTION: This network system has plural transmission channels 65 80 and plural nodes 1-64 connecting to them, and the inter-node connection relation is generated by using a common transmission medium. The plural nodes 1-64 have variable nodes 2, 12, 18, 28, 34, 44, 50, 60 which use fixed channels among the plural transmission channels to send/receive data and select a desired channel among the plural transmission channels to send or transmit/receive data and the plural nodes have fixed nodes 1, 3-11, 13-17, 19-27, 29-33, 35-43, 45-49, 51-59, 61-64 which use only fixed channels only among the plural transmission channels to send/receive data.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-23227

(43) 公開日 平成9年(1997) 1月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 12/00		9466-5K	H 0 4 L 11/00	
H 0 4 B 10/20			H 0 4 B 9/00	N
H 0 4 L 12/28			H 0 4 L 11/00	3 1 0 D
12/42				3 3 0

審査請求 未請求 請求項の数19 F D (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平7-196978

(22) 出願日 平成7年(1995) 7月10日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 山本 満

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

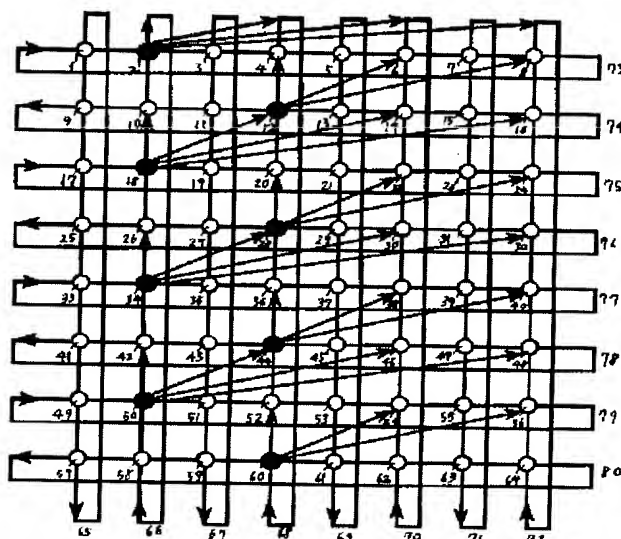
(74) 代理人 弁理士 加藤 一男

(54) 【発明の名称】 ネットワークシステム

(57) 【要約】

【目的】 輻輳状態が発生し、遅延が増大することを防止できるネットワークシステムである。

【構成】 ネットワークシステムは、複数の伝送チャネル65～80とそれに接続される複数のノード1～64を有し、ノード間接続関係を共通の伝送媒体を用いて形成している。複数のノード1～64は、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルを用いてデータの送受信を行なうと共に、複数の伝送チャネルの内から所望のチャネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう可変ノード2、12、18、28、34、44、50、60と、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルのみを用いてデータの送受信を行なう固定ノード1、3～11、13～17、19～27、29～33、35～43、45～49、51～59、61～64とから成る。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の伝送チャネルとそれに接続される複数のノードを有し、ノード間接続関係を共通の伝送媒体を用いて形成したネットワークシステムであって、複数のノードが、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルを用いてデータの送受信を行なうと共に、複数の伝送チャネルの内から所望のチャネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう可変ノードと、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルのみを用いてデータの送受信を行なう固定ノードとから成ることを特徴とするネットワークシステム。

【請求項 2】前記複数の伝送チャネルは、第 1 及び第 2 の伝送チャネル群から構成されることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 3】前記複数の伝送チャネルは、環状伝送チャネルであることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 4】前記共通の伝送媒体は、物理的に 1 本の伝送媒体であることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 5】前記各ノードは、少なくとも、前記第 1 の伝送チャネル群中の 1 本の伝送チャネルと前記第 2 の伝送チャネル群中の 1 本の伝送チャネルとに接続されていることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 6】ノード間の接続関係を示す論理的な 2 次元座標上に格子状に配置された複数のノードを、水平方向に配置された複数のノードを 1 つの群としてノード群に分割し、同一ノード群内のノードを接続する為の、伝送の向きが 1 本毎に逆向きに設定された水平方向環状伝送チャネルを各ノード群毎に有するとともに、隣接するノード群に属するノード間を接続する為の、伝送の向きの異なる垂直方向環状伝送チャネルを複数有して成るノード間接続関係を、共通の伝送媒体を用いて形成したネットワークであって、各ノード群が、複数の水平方向環状伝送チャネルの内の固定されたチャネルを用いてデータの送受信を行なうと共に、複数の垂直方向環状伝送チャネルの内から所望のチャネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう可変ノードと、複数の水平方向環状伝送チャネルの内の固定されたチャネルと複数の垂直方向環状伝送チャネルの内の固定されたチャネルのみを用いてデータの送受信を行なう固定ノードとから成ることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 7】前記可変ノード及び固定ノードは、自ノードが受信する伝送チャネルを用いて伝送されてきたデータが、自ノードを越えて伝送されることを防ぐ為の遮断手段を有していることを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 8】前記可変ノードは、自ノードが送信する伝送チャネルの送信停止を通知する第 1 のメッセージを作

2

成し、同一ノード群内のノードに送信する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載のネットワークシステム。

【請求項 9】前記固定ノードは、前記可変ノードから送信された第 1 のメッセージに対する応答を示す第 2 のメッセージを作成し、該可変ノードに送信する手段を有することを特徴とする請求項 8 記載のネットワークシステム。

【請求項 10】前記 2 次元座標において、 k をノード群の群の数の半数を越えない任意の自然数として、第 1 番目の水平方向環状伝送チャネルの伝送の向きに沿って、ノードに昇順に番号を付与し、水平座標とした場合、第 2 k 番目の水平方向環状伝送チャネルに接続された可変ノードの水平座標の値から、第 2 $k - 1$ 番目の水平方向環状伝送チャネルに接続され、前記可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャネルの伝送向きと同一の伝送向きを有する垂直方向環状伝送チャネルに接続された可変ノードの水平座標の値を引いた結果が、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分よりも大きくはなく、なおかつ第 2 k 番目の水平方向環状伝送チャネルに接続された可変ノードの水平座標の値から、第 2 $k + 1$ 番目（但し、2 $k + 1$ がノード群の群の数を越える時は、2 $k + 1$ を 1 と見なす）の水平方向環状伝送チャネルに接続され、前記可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャネルの伝送向きと同一の伝送向きを有する垂直方向環状伝送チャネルに接続された可変ノードの水平座標の値を引いた結果が、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分よりも大きくはないことを特徴とする請求項 6 記載のネットワークシステム。

【請求項 11】前記可変ノードが選択出来る垂直方向環状伝送チャネルに、当該可変ノードが含まれるノード群の固定ノードで、当該可変ノードよりも、共通の伝送媒体を用いて接続された場合に当該可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャネルの伝送の向きの方向に存在する固定ノードが使用している垂直方向環状伝送チャネルを含まないことを特徴とする請求項 6 記載のネットワークシステム。

【請求項 12】前記可変ノードは、当該可変ノードが含まれるノード群の、当該可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャネルの伝送の向きと同じ伝送の向きの垂直方向環状伝送チャネルに接続されたノードの中で、共通の伝送媒体を用いて接続された場合に、最も、当該可変ノードの垂直方向環状伝送チャネルの伝送の向きの方向側に配置されていることを特徴とする請求項 6 記載のネットワークシステム。

【請求項 13】請求項 1 乃至 12 の何れかに記載のネットワークシステムにおいて、ノード間信号伝送が、固定ノードのみでの中継伝送を介して行なわれるか、或は少なくとも 1 回の可変ノードでの中継伝送を含んで行なわれるか、選択的に行なわれることを特徴とする通信方

法。

【請求項 14】前記可変ノードは、自ノードが送信する伝送チャネルの送信停止を通知する第 1 のメッセージを作成し、同一ノード群内のノードに送信した後に中継伝送を行なうことを特徴とする請求項 13 記載の通信方法。

【請求項 15】前記固定ノードは、前記可変ノードから送信された第 1 のメッセージに対する応答を示す第 2 のメッセージを作成し、該可変ノードに送信し、該可変ノードは第 2 のメッセージを受信した後に中継伝送を行なうことを特徴とする請求項 14 記載のネットワークシステム。

【請求項 16】請求項 1 乃至 12 の何れかに記載のネットワークシステムにおいて用いられる可変ノードであって、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルを用いてデータの送受信を行なう手段と、複数の伝送チャネルの内から所望のチャネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう手段を有することを特徴とする可変ノード。

【請求項 17】自ノードが送信する伝送チャネルの送信停止を通知する第 1 のメッセージを作成し、同一ノード群内のノードに送信する手段を更に有することを特徴とする請求項 16 記載の可変ノード。

【請求項 18】請求項 1 乃至 12 の何れかに記載のネットワークシステムにおいて用いられる固定ノードであって、複数の伝送チャネルの内の固定されたチャネルのみを用いてデータの送受信を行なう手段を有することを特徴とする固定ノード。

【請求項 19】可変ノードが送信する伝送チャネルの送信停止を通知する該可変ノードから送信された第 1 のメッセージに対する応答を示す第 2 のメッセージを作成し、該可変ノードに送信する手段を更に有することを特徴とする請求項 18 記載の固定ノード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はネットワークシステムにかかわり、さらに詳しくは、複数のノードと複数の環状伝送チャネルから成るネットワークシステム等に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、複数のノード間を接続し、通信を行なうためのネットワークシステムは、種々多くのものが検討されてきた。その中でも、Maxemchuk

(マキセムチャック)が“The Manhattan street network” Proc. GL OBECOM '85, New Orleans pp255-261. (1986) (「ザ マンハッタンストリートネットワーク」プロシーディング オブ グローブコム '85 ニューオーリンズ pp255-261 (1986))において発表したマンハッタン

ストリートネットワークは、小規模なネットワークから、大規模なネットワークまで適用可能であり、種々の検討がなされている。本従来例であるマンハッタンストリートネットワークは、図9に示す如く、複数のノード174、175、・・・、209を2次元の格子状に配置し、各ノードを垂直方向の複数の環状伝送チャネル210、211、212、213、214、215と水平方向の複数の環状伝送チャネル216、217、218、219、220、221で接続すると共に、これら垂直方向及び水平方向の伝送チャネルの伝送の向きを1本毎に逆方向に設定したものである。本従来例においては、送信ノードから送出された情報は経路途上のノードによつて、中継および経路選択がなされ、目的とした受信ノードに伝送される。

【0003】このマンハッタンストリートネットワークのノード間の論理的接続関係を維持したまま、必要となる複数の環状伝送チャネルを一本の物理的伝送媒体を用いて実現する例として、光波長多重によって複数の伝送波長を用いて一本の光ファイバで実現する手法が検討されてきている。図10はこの様な例であり、12個の独立な波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{12}$ を用いて、36個のノード174～209からなるネットワークを構成した例を示している。図10では、18個のノードのみを図示している。

【0004】図10において、12個の独立な波長の波長 λ_1 、波長 λ_2 、波長 λ_3 、波長 λ_4 、波長 λ_5 、波長 λ_6 、波長 λ_7 、波長 λ_8 、波長 λ_9 、波長 λ_{10} 、波長 λ_{11} 、波長 λ_{12} は、それぞれ、図9の従来例の垂直方向の環状伝送チャネルであるところの環状伝送チャネル210、環状伝送チャネル211、環状伝送チャネル212、環状伝送チャネル213、環状伝送チャネル214、環状伝送チャネル215に対応しており、又、波長 λ_7 、波長 λ_8 、波長 λ_9 、波長 λ_{10} 、波長 λ_{11} 、波長 λ_{12} は、それぞれ、前述図9の従来例の水平方向の環状伝送チャネルであるところの環状伝送チャネル216、環状伝送チャネル217、環状伝送チャネル218、環状伝送チャネル219、環状伝送チャネル220、環状伝送チャネル221に対応している。各ノードは、図10において白丸印で示される指定された2つの波長の光のみを送受信する。又、異なる波長の送受信間においては互いに妨害を与えることがないように、波長が選択される

【0005】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、上述従来例のマンハッタンストリートネットワークにおいては、送信元のノードから送出されたデータは受信宛て先ノードまでの経路の途上にある全ノードにおいて中継伝送される必要がある為、伝送遅延が大きくなるという欠点があつた。更に又、大量の連続データを伝送する場合には、伝送経路途上のノードがこの大量データの中継

の処理の負荷の為に他のデータの中継処理が遅れるという所謂輻輳状態が発生するといった欠点があつた。例えば、図9のノード198からノード195にデータを伝送する場合の伝送経路は、ノード199、200、201、195となり、4回の中継処理を必要とする。又、この経路上のノード199を経由するノード193からノード205への伝送は、前記ノード198からノード195への伝送が大量の連続データの伝送である場合、ノード199の処理の負荷が大きくなり、輻輳状態が発生し、遅延が増大することになる。

【0006】従って、本発明は、上述従来例の問題点を鑑みてなされたものであり、輻輳状態が発生し、遅延が増大することを防止することを可能とする新規なネットワークシステムを提供することを目的として成されたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、下記の如くネットワークシステム等を構成して課題を解決する。本発明のネットワークシステムは、複数の伝送チャンネルとそれに接続される複数のノードを有し、ノード間接続関係を共通の伝送媒体を用いて形成したネットワークシステムであって、複数のノードが、複数の伝送チャンネルの内の固定されたチャンネルを用いてデータの送受信を行なうと共に、複数の伝送チャンネルの内から所望のチャンネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう可変ノードと、複数の伝送チャンネルの内の固定されたチャンネルのみを用いてデータの送受信を行なう固定ノードとから成ることを特徴とする。

【0008】より具体的には、以下の如き構成にも出来る。前記複数の伝送チャンネルは、第1及び第2の伝送チャンネル群から構成される。前記複数の伝送チャンネルは、環状伝送チャンネルである。前記共通の伝送媒体は、物理的に1本の伝送媒体である。前記各ノードは、少なくとも、前記第1の伝送チャンネル群中の1本の伝送チャンネルと前記第2の伝送チャンネル群中の1本の伝送チャンネルとに接続されている。

【0009】また、ノード間の接続関係を示す論理的な2次元座標上に格子状に配置された複数のノードを、水平方向に配置された複数のノードを1つの群としてノード群に分割し、同一ノード群内のノードを接続する為の、伝送の向きが1本毎に逆向きに設定された水平方向環状伝送チャンネルを各ノード群毎に有するとともに、隣接するノード群に属するノード間を接続する為の、伝送の向きの異なる垂直方向環状伝送チャンネルを複数有して成るノード間接続関係を、共通の伝送媒体を用いて形成したネットワークであって、各ノード群が、複数の水平方向環状伝送チャンネルの内の固定されたチャンネルを用いてデータの送受信を行なうと共に、複数の垂直方向環状伝送チャンネルの内から所望のチャンネルを選択してデータの送信又は送受信を行なう可変ノードと、複数の水平方

向環状伝送チャンネルの内の固定されたチャンネルと複数の垂直方向環状伝送チャンネルの内の固定されたチャンネルのみを用いてデータの送受信を行なう固定ノードとから成ることを特徴とする。

【0010】また、前記可変ノード及び固定ノードは、自ノードが受信する伝送チャンネルを用いて伝送されてきたデータが、自ノードを越えて伝送されることを防ぐ為の遮断手段を有している。前記可変ノードは、自ノードが送信する伝送チャンネルの送信停止を通知する第1のメッセージを作成し、同一ノード群内のノードに送信する手段を有する。前記固定ノードは、前記可変ノードから送信された第1のメッセージに対する応答を示す第2のメッセージを作成し、該可変ノードに送信する手段を有する。

【0011】更に又、前記2次元座標において、 k をノード群の群の数の半数を越えない任意の自然数として、第1番目の水平方向環状伝送チャンネルの伝送の向きに沿って、ノードに昇順に番号を付与し、水平座標とした場合、第2 k 番目の水平方向環状伝送チャンネルに接続された可変ノードの水平座標の値から、第2 $k-1$ 番目の水平方向環状伝送チャンネルに接続され、前記可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャンネルの伝送向きと同一の伝送向きを有する垂直方向環状伝送チャンネルに接続された可変ノードの水平座標の値を引いた結果が、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分よりも大きくはなく、なおかつ第2 k 番目の水平方向環状伝送チャンネルに接続された可変ノードの水平座標の値から、第2 $k+1$ 番目(但し、2 $k+1$ がノード群の群の数を越える時は、2 $k+1$ を1と見なす)の水平方向環状伝送チャンネルに接続され、前記可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャンネルの伝送向きと同一の伝送向きを有する垂直方向環状伝送チャンネルに接続された可変のノードの水平座標の値を引いた結果が、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分よりも大きくはない。

【0012】また、前記可変ノードが選択出来る垂直方向環状伝送チャンネルに、当該可変ノードが含まれるノード群の固定ノードで、当該可変ノードよりも、共通の伝送媒体を用いて接続された場合に当該可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャンネルの伝送の向きの方向に存在する固定ノードが使用している垂直方向環状伝送チャンネルを含まない。

【0013】また、前記可変ノードは、当該可変ノードが含まれるノード群の、当該可変ノードの接続された垂直方向環状伝送チャンネルの伝送の向きと同じ伝送の向きの垂直方向環状伝送チャンネルに接続されたノードの中で、共通の伝送媒体を用いて接続された場合に、最も、当該可変ノードの垂直方向環状伝送チャンネルの伝送の向きの方向側に配置されている。

【0014】本発明の通信方法は、上記のネットワークシステムにおいて、ノード間信号伝送が、固定ノードの

みでの中継伝送を介して行なわれるか、或は少なくとも1回の可変ノードでの中継伝送を含んで行なわれるか、選択的に行なわれることを特徴とする。

【0015】より具体的には、次の様にも出来る。前記可変ノードは、自ノードが送信する伝送チャネルの送信停止を通知する第1のメッセージを作成し、同一ノード群内のノードに送信した後に中継伝送を行なう。前記固定ノードは、前記可変ノードから送信された第1のメッセージに対する応答を示す第2のメッセージを作成し、該可変ノードに送信し、該可変ノードは第2のメッセージを受信した後に中継伝送を行なう。

【0016】

【作用】可変ノードから他の適当なノードへの送信は、複数のノード間中継伝送を代替するので、それによる伝送遅延を防止できる。例えば、可変ノードから隣接するノード群へのデータの送信は、ノード群内での中継伝送と、固定ノードからの隣接するノード群へのデータの送信とを代替する作用を果たす。

【0017】

【実施例】

（実施例1）図1は、本発明によるネットワークシステムの第1の実施例である。1本の単芯リング型の光ファイバ中を16波の波長多重を用いて、16個の環状伝送チャネルを形成し、64個のノードを接続した場合の接続例を、論理的な2次元座標上に格子状にノードを配置して示している。図1中、丸印で示された符号1から64はノードであり、符号1から8、9から16、17から24、25から32、33から40、41から48、49から56及び57から64までのそれぞれ8個のノードが、1つのノード群を形成している。これら64個のノードの内、黒丸で示された符号2、12、18、28、34、44、50、60の8個のノードは可変ノードであり、残りのノードは固定ノードである。可変ノードは、図1において自ノードから出ている矢印で示されたノードの内の任意のノードにデータを送信する機能を有している。これら各ノード2、12、18、28、34、44、50、60の内部構成は後述する。

【0018】符号65から72は、それぞれ異なる波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 、 λ_5 、 λ_6 、 λ_7 、 λ_8 を用いて、一本の単芯光ファイバリング中に形成された8個の垂直方向環状伝送チャネルを示している。同じく符号73から80は、それぞれ異なる波長 λ_9 、 λ_{10} 、 λ_{11} 、 λ_{12} 、 λ_{13} 、 λ_{14} 、 λ_{15} 、 λ_{16} を用いて、前述と同一の単芯光ファイバリング中に形成された8個の水平方向環状伝送チャネルを示している。ここでは各波長として $\lambda_1=1.500\mu\text{m}$ 、 $\lambda_2=1.505\mu\text{m}$ 、 $\lambda_3=1.510\mu\text{m}$ 、 $\lambda_4=1.515\mu\text{m}$ 、 $\lambda_5=1.520\mu\text{m}$ 、 $\lambda_6=1.525\mu\text{m}$ 、 $\lambda_7=1.530\mu\text{m}$ 、 $\lambda_8=1.535\mu\text{m}$ 、 $\lambda_9=1.540\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{10}=1.545\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{11}=1.550\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{12}=1.555\mu$

m 、 $\lambda_{13}=1.560\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{14}=1.565\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{15}=1.570\mu\text{m}$ 、 $\lambda_{16}=1.575\mu\text{m}$ が用いられる。

【0019】ここで可変ノード2、12、18、28、34、44、50、60の配置は、以下の様に行なう。符号73は、第1番目の水平方向環状伝送チャネルであり、その伝送の向きは、右向きである為（図2に示すチャネル73の矢印参照）、右向きに昇順に番号をつけると符号2の可変ノードの水平座標は2となる。符号74は、第2番目の水平方向環状伝送チャネルであり、符号12の可変ノードの水平座標は4となる。従って、第2番目の水平方向環状伝送チャネル74に接続された可変ノード12の水平座標の値（4）から、第1番目の水平方向環状伝送チャネル73に接続され、可変ノード12の垂直方向環状伝送チャネル68の伝送向きと同一の伝送向きを有する可変ノード2の水平座標の値（2）を引いた結果は、2となり、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分である4よりも大きくない。同様に、第3番目の水平方向環状伝送チャネル75に接続された可変ノード18の水平座標と可変ノード12の水平座標との差（後者から前者を引く）は、2となり、負ではなく、なおかつ、ノード群のノード数の半分である4よりも大きくない。以降同様に、第4番目から第8番目の水平方向環状伝送チャネル76～80に接続された可変ノード28、34、44、50、60の水平座標が決められている。

【0020】図2は、図1の論理的な接続関係を、物理的な1本の伝送媒体である光ファイバ81に沿って展開し、ノード間の位置関係を示したものである。此の様に1本の光ファイバ81を用いて接続することによって、図1において水平方向及び垂直方向と呼んでいたものはいずれも光ファイバ81に沿った方向となる。但し、伝送の向きだけは、伝送チャネル毎に交互に右向き（符号65、67、69、71、73、75、77、79）、左向き（符号66、68、70、72、74、76、78、80）となる。図2においては、簡略化のため、32個のノードのみが示されている。各ノード1～64は図2中に白丸印で示す割り当てられた2つの波長の送受信を行う。図2中の黒丸印は、可変ノード2、12、18、28、34、44、50、60における、伝送チャネルである所の送信波長の内、選択出来る波長を示している。図2中の黒丸印と白丸印が隣接されている所は、白丸印が受信波長であり、黒丸印が選択出来る送信波長を示している。

【0021】図3は、本発明の第1の実施例の可変ノードである所のノード2、ノード18、ノード34、ノード50のノードの構成を示している。これらの可変ノードは、右向きに伝送する波長 λ_r と、左向きに伝送する波長 λ_e を受信し、ノード毎に固定の波長 λ_r で送信する機能と、左向きに伝送する所望の波長 λ_s で送信する機

能を有している。ここに λ_r は、図2において白丸印で示されている波長であり、ノード2に対しては λ_9 、ノード18に対しては λ_{11} 、ノード34に対しては λ_{13} 、ノード50に対しては λ_{15} である。 λ_s はいずれも λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 である。

【0022】図3中、符号81は図1で示した16個の波長の伝送路65～80の伝送媒体となる単芯光ファイバである。図3中、符号83はフィルタAであり自ノードが受信を行う伝送チャネルであるところの波長である λ_r と λ_e が、自ノードを越えて伝送されることを防ぐ為に λ_r と λ_e を遮断し、 λ_r と λ_e 以外の波長を透過するためのフィルタである。符号82、84、85、86は、光カブラA、B、C、Dである。光カブラ82は、左方向から入力される光信号をフィルタA83と光カブラC85に分岐出力するとともに、光カブラC85からの出力光とフィルタA83からの出力光を合流し、左方向に出力する。同様に、光カブラBは、右方向から入力される光信号をフィルタA83と光カブラD86に分岐出力するとともに、光カブラD86からの出力光とフィルタA83からの出力光を合流し、右方向に出力する機能を有している。又、光カブラC85は、光カブラA82からの出力光をフィルタB87へ出力するとともに、可変波長送信部88からの出力光を光カブラA82に出力する機能を有している。同様に、光カブラD86は、光カブラB84からの出力光をフィルタC90へ出力するとともに、固定波長送信部89からの出力を光カブラB84に出力する機能を有している。

【0023】符号87はフィルタBであり、図2において、白丸印で示された当該ノードの送受信波長のうち、右方向に伝送される波長 λ_r のみを透過し他の全ての波長を遮断する機能を有している。同様に、符号90は左方向に伝送される波長 λ_e のみを透過し、他の全ての波長を遮断する機能を有している。

【0024】符号88は可変波長送信部であり、記憶部A92から出力される電気信号を所定の波長 λ_s の光信号に変換して送出する機能を有している。可変波長送信部88には、チューナブルな半導体レーザを用いることが出来る。その構成は後述する。符号89は固定波長送信部であり、記憶部Bから出力される電気信号を所定の波長 λ_r の光信号に変換して送出する機能を有している。符号91、94はそれぞれ受信部A、Bであり、それぞれ、フィルタB87、C90から出力される光信号を受信し、電気信号に変換して出力する機能を有している。符号92、93は、スイッチ(SW)部95から出力される電気信号を必要に応じてバッファリングするための記憶部A、Bである。符号95はSW部であり、受信部A91、B94で受信した伝送データが中継伝送を行なう必要がある場合は、中継経路を参照して、記憶部A92又は記憶部B93に出力する。又、中継伝送を行なう必要がない場合すなわち自端末宛ての伝送データで

ある場合は、出力部96または通知処理部98に出力する。更に、入力部97及び通知処理部98から出力される伝送データに対して、伝送先のノード番号をもとに、中継伝送経路を参照して、記憶部A92又は記憶部B93に出力する。

【0025】符号96は、自ノード宛てに送信されてきた伝送データを所望の外部器機に接続するための出力部であり、符号97は、外部器機から出力される信号を入力するための入力部である。符号98は、送信する伝送チャネルである所の送信波長の使用開始に先だつて、当該波長を使用しているノードに対して送信停止を通知するメッセージを作成し、SW部95を介して、固定波長送信部89から、同一ノード群内のノードに送信する。又、同一ノード群内のノードから送信されてきた送信停止メッセージに対する応答を示すメッセージが受信部A91で受信され、SW部95から出力されると、此のメッセージを解析し、波長可変送信部88に波長の変更の許可信号を出す。

【0026】図4は、本発明の第1の実施例の可変ノードである所のノード12、ノード28、ノード44、ノード60のノード構成を示している。これらの可変ノードは、左向きに伝送する2つの波長 λ_{e1} 、 λ_{e2} を受信し、ノード毎に固定の波長 λ_{e2} で左向きに送信する機能と、所望の波長 λ_s で左向きに送信する機能を有している。ここに λ_{e2} は、図2において白丸印で示されている波長であり、ノード12に対しては λ_{10} 、ノード28に対しては λ_{12} 、ノード44に対しては λ_{14} 、ノード60に対しては λ_{16} である。 λ_s はいずれも λ_4 、 λ_6 、 λ_8 である。図4において図3と同一の符号を付加したブロックは、図3の λ_e を λ_{e1} 、 λ_r を λ_{e2} と置き直すことによって、図3におけると同様の働きをする。図4中、符号99は光カブラEであり、光カブラA82から出力される光を分岐し、フィルタB87とフィルタC90に出力する。符号100は光カブラFであり、可変波長送信部88と固定波長送信部89から出力される光を合流し、光カブラB84に出力する。

【0027】図5は、本発明の第1の実施例の可変波長送信部88に用いられる、チューナブルな半導体レーザの例である波長可変DFBレーザの模式図である。本構成は、DBR領域にキャリアを注入して発振波長を変化させるものである。注入キャリア量によって発振波長が1.500 μ mから1.575 μ mまで変化する。図5において、符号101は、活性領域に電流を注入する為の電極である。符号102は、DBR領域に電流を注入する為の電極である。符号103は、レーザ発振の為の活性層である。符号104は、注入キャリア量に応じて屈折率を変化させ、レーザ発振波長を可変にする為の光導波路である。符号105は、発振波長を単一化する為の回折格子である。

【0028】図6は、本発明の第1の実施例の固定ノード

ドである所のノード4、ノード6、ノード8、ノード9、ノード11、ノード13、…等、互いに伝送の向きの異なる（図2参照）2つの固定波長（ λ_r 、 λ_e ）のみを送受信するノードの構成を示している。これらの固定ノードは、図2において白丸印で示されている波長の送受信を行なう。これらの固定ノードの働きは、図3における可変波長送信部88の代わりに固定波長送信部A106が用いられていること、及び通知処理部98の代わりに応答処理部107が設けられていることを除いて、図3と同様である。送信部A106は、記憶部A92から出力される電気信号を所定の波長（ λ_e ）の光信号に変換して送出する機能を有している。応答処理部107は、同一ノード群内の可変ノードから送信されてきた送信停止メッセージが受信部A91で受信され、SW部95から出力されると、此のメッセージを解析し、固定波長送信部A106に送信停止信号を出す。続けてSW部95を介して、固定波長送信部B89から、同一ノード群内の可変ノードに応答を示すメッセージを送信する。

【0029】図7は、本発明の第1の実施例の固定ノードである所のノード10、ノード14、ノード16、…等、互いに左向きに伝送する（図2参照）2つの固定波長（ λ_{e1} 、 λ_{e2} ）のみを送受信するノードの構成を示している。これらの固定ノードは、図2において白丸印で示されている波長の送受信を行なう。これらの固定ノードの働きは、図4における可変波長送信部88の代わりに固定波長送信部A106が用いられていること、及び通知処理部98の代わりに応答処理部107が設けられていることを除いて図4と同様である。

【0030】本発明の第1の実施例の図2におけるノード1、ノード3、ノード5、ノード7、ノード17、ノード19等は右向きに伝送される2つの波長 λ_{r1} 、 λ_{r2} を送受信するノードであり、図7の構成を左右反転し、 λ_{e1} を λ_{r1} 、 λ_{e2} を λ_{r2} と見直したものである。

【0031】以下、図1、図2、図3、図4、図5、図6および図7を参照しながら、本発明の第1実施例の動作について、ノード17からノード13に伝送する場合を例に示す。

【0032】送信元の固定ノードであるノード17は、右向きに伝送する（図2参照）2波長 λ_{r1} 、 λ_{r2} を送受信するノードであり、図7の構成を左右反転した構成をしている。 λ_{r1} に対応する波長は λ_1 であり、 λ_{r2} に対応する波長は λ_{11} である。ノード17の入力部97では、伝送すべき大量データを所定の長さの部分データに分割し、それらの部分データに、受信宛て先ノードを示すアドレスとデータの種類の大量データであることを示すデータ種類情報と部分データの通し番号等のヘッダを付加し、伝送データとしてSW部95に出力する。SW部95では λ_1 と λ_{11} のどちらの波長を用いて送信するかを検討する。本実施例の検討アルゴリズムとしては、NICHOLAS、F. MAXEMCHUK

“Routing in the Manhattan Street Network” IEEE TRANSACTIONS on COMMUNICATIONS, Vol. 35, No. 5, MAY 1987

pp503~pp512に記載された手法を参考にし、大量データは成るべく可変ノードを経由する手法が用いられる。この手法によって送出すべき波長が λ_{11} と決定され、入力部97からの出力信号は記憶部B93に入力され、順次記憶される。送信部B89は、記憶部B93から出力される電気信号を波長 λ_{11} の光信号に変換し、光カプラF100に順次出力する。光カプラF100に出力された波長 λ_{11} の光信号は、光カプラB84に出力され、光カプラB84でフィルタA83からの他の波長の光信号と合流されて、右向きに伝播する如く光ファイバ81に出力される。光ファイバ81中には、左から右方向へ、波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号が伝送されており、右から左方向には、波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 、 λ_{10} 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} の光信号が伝送されているが、これらの異なる波長の光は、干渉しないため互いに妨害されることなく伝送される。

【0033】ノード17の光カプラB84から出力される波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号は、隣接するノード18に入力する。ノード18は、右向きに伝送する波長 $\lambda_r = \lambda_{11}$ と、左向きに伝送する波長 $\lambda_e = \lambda_2$ を受信する可変ノードであり、図3の構成になっている。

【0034】ノード17からノード13に宛てて送り出された波長 λ_{11} の光信号は、この可変ノード18において、中継される。ノード18の光カプラA82に入力された波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号は、分岐されて、フィルタA83と、光カプラC85を経由してフィルタB87に出力される。フィルタA83では、波長 λ_{11} のみが遮断される。一方、フィルタB87では波長 λ_{11} のみが透過され、波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{13} 、 λ_{15} が遮断される。フィルタB87から出力される波長 λ_{11} の光信号は受信部A91で電気信号に変換されたのち、受信宛て先ノード情報に応じてSW部95で処理され、記憶部A92に出力される。記憶部A92に出力されたデータは、可変波長送信部88の波長の変更が終了し送信が開始されるまで一時記憶される。同時にSW部95は、伝送データのヘッダを解析し、データの種類の大量データであることを通知処理部98に知らせる。通知処理部98では、この大量データの受信宛て先がノード13であることから、可変波長送信部88の送信波長を λ_6 と決定する。これと共に、 λ_6 での送信を行なっている固定ノード22に対する送信停止を通知するメッセージを作成し、データの種類の送信停止情報とし、受信宛て先ノードにノード22を指定して、ヘッダを付加して、SW部95を介して記憶部B93に出力し、更に此のメッセージを固定波長

送信部 8 9 から波長 λ_{11} の光信号として光カプラ D 8 6 を経由して光カプラ B 8 4 に出力する。光カプラ B 8 4 にはフィルタ A 8 3 から右向きに伝送する光信号が出力されているが、 λ_{11} はフィルタ A 8 3 で遮断されている為、固定波長送信部 8 9 から出力される波長 λ_{11} の光信号と混信することはない。光カプラ B 8 4 では、フィルタ A 8 3 から出力される右向きに伝送される波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号と、光カプラ D 8 6 を経由してきた固定波長送信部 8 9 から出力される波長 λ_{11} の光信号とが合波され、光ファイバ 8 1 中に送出される。この様にして、ノード 1 8 から右向きに伝送する波長 λ_{11} の光信号として光ファイバ 8 1 中に送出された送信停止通知メッセージは、固定ノード 1 9、2 0、2 1 でそれぞれ中継されて、波長 λ_{11} の光信号としてノード 2 2 の光カプラ A 8 2 に入力する（図 6 参照）。

【0 0 3 5】ノード 2 2 は、右向きに伝送する波長 $\lambda_r = \lambda_{11}$ と、左向きに伝送する波長 $\lambda_e = \lambda_6$ を送受信する固定ノードであり、図 6 の構成になっている。ノード 1 7 からノード 2 2 に宛てて波長 λ_{11} の光信号として送り出された送信停止通知メッセージは、このノード 2 2 において受信される。ノード 2 2 の光カプラ A 8 2 に入力された波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号は、光カプラ A 8 2 で分岐され、光カプラ C 8 5 と、フィルタ A 8 3 に出力される。光カプラ C 8 5 に入力された波長 λ_1 、 λ_3 、 λ_5 、 λ_7 、 λ_9 、 λ_{11} 、 λ_{13} 、 λ_{15} の光信号はフィルタ B 8 7 に出力され、フィルタ B 8 7 で波長 λ_{11} の光信号のみが透過され、他の光信号は遮断される。フィルタ B 8 7 を透過した波長 λ_{11} の光信号は受信部 A 9 1 で受信され、電気信号に変換されたのち、SW 部 9 5 に入力される。SW 部 9 5 ではヘッダ部が解析され、送信停止情報であることが理解され、応答処理部 1 0 7 に知らせる。応答処理部 1 0 7 では、この送信停止通知メッセージを受けて、直ちに固定波長送信部 A 1 0 6 の送信を停止する。続いて、送信停止に対する応答メッセージを作成し、データの種類を送信停止情報とし、受信宛て先ノードにノード 1 8 を指定して、ヘッダを付加して、SW 部 9 5 を介して記憶部 B 9 3 に出力し、更に此のメッセージを固定波長送信部 B 8 9 から波長 λ_{11} の光信号として光カプラ D 8 6 を経由して光カプラ B 8 4 に出力する。

【0 0 3 6】この様にして、固定ノード 2 2 の光カプラ B 8 4 から波長 λ_{11} の光信号として送出された応答メッセージは、固定ノード 2 3、2 4、1 7 でそれぞれ中継されて、波長 λ_{11} の光信号としてノード 1 8 の光カプラ A 8 2 に入力する。この波長 λ_{11} の光信号で伝送されてきた応答メッセージは、受信部 A 9 1 で受信され、SW 部 9 5 に出力される。SW 部 9 5 ではヘッダ部が解析され、通知処理部 9 8 に出力される。通知処理部 9 8 では、この応答メッセージを受けて、直ちに可変波長送信

部 8 8 の送信波長を λ_6 に変更する様に制御する。可変波長送信部 8 8 の送信波長が λ_6 に変更されると、記憶部 A 9 2 に記憶されていたノード 1 3 宛ての大量データが読み出され、可変波長送信部 8 8 で λ_6 の光信号に変換され、光カプラ C 8 5 と光カプラ A 8 2 を経て、左向きに伝送する光信号として、光ファイバ 8 1 に送出される。

【0 0 3 7】光カプラ A 8 2 には、右方向から左向きに伝送する光信号がフィルタ A 8 3 を透過して出力されている。可変ノード 1 8 のフィルタ A 8 3 の遮断波長は、 λ_2 と λ_{11} であり、可変波長送信部 8 8 が送信している λ_6 の光信号を遮断する機能はないが、既に λ_6 の光信号の送信元であるノード 2 2 の固定波長送信部 A 1 0 6

（図 7 参照）は停止している為、ノード 1 8 の可変波長送信部 8 8 から送信された λ_6 の光信号は、混信することなく、ノード 1 7、1 6、1 5 の光カプラ B 8 4、フィルタ A 8 3、光カプラ A 8 2 を透過して、ノード 1 4 の光カプラ A 8 2 に入力される。

【0 0 3 8】ノード 1 4 は左向きに伝送される波長 λ_6 と波長 λ_{10} の光信号を送受信する固定ノードであり、その構成は図 7 の構成である。可変ノード 1 8 から送り出された波長 λ_6 の光信号はこのノード 1 4 において、中継伝送される。ノード 1 4 の光カプラ A 8 2 に入力された左向きに伝送される波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 、 λ_{10} 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} の光信号は、光カプラ E 9 9 に入力され、分岐されて、フィルタ B 8 7 とフィルタ C 9 0 に出力される。フィルタ B 8 7 では波長 λ_6 のみが透過され、波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_8 、 λ_{10} 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} が遮断される。フィルタ B 8 7 から出力される波長 λ_6 の光信号は受信部 A 9 1 で電気信号に変換されたのち、受信宛て先ノード情報に応じて SW 部 9 5 で処理される。フィルタ C 9 0 では、波長 λ_{10} の光信号のみが透過され、受信部 B 9 4 で電気信号に変換されたのち、SW 部 9 5 に出力される。本実施例の説明においては、波長 λ_6 の光信号は、ノード 1 3 に向けて送出されたものであるため、SW 部 9 5 では、送出波長として λ_{10} が選択され、記憶部 B 9 3 に書き込まれる。

【0 0 3 9】記憶部 B 9 3 に書き込まれたノード 1 3 宛ての信号は、逐次読み出され、送信部 B 8 9 において、波長 λ_{10} の光信号として光カプラ F 1 0 0 に出力され、光カプラ F 1 0 0 において、送信部 A 1 0 6 から出力される波長 λ_6 の光信号と合流され、光カプラ B 8 4 に出力される。光カプラ A 8 2 からフィルタ A 8 3 に出力された波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 、 λ_{10} 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} の左向きに伝送される光信号のうち、波長 λ_6 と λ_{10} はフィルタ A 8 3 において遮断され、波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_8 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} のみが透過する。波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_8 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} の光信号は、光カプラ B 8 4 において、光カプラ F 1 0 0 から出力される波長 λ_6 、 λ_{10} の光信号と合流され、左向きに伝送される光

信号として、光ファイバ81に送出される。

【0040】この様にして固定ノード14から送出された波長 λ_{10} の光信号は、固定ノード13の光カプラB84に入力する。ノード13は右向きに伝送される波長 λ_5 と左向きに伝送される波長 λ_{10} の光信号を送受信する固定ノードであり、その構成は図6の構成である。固定ノード13の光カプラB84に入力された波長 λ_{10} の光信号は光カプラD86を介してフィルタC90に入力される。フィルタC90では波長 λ_2 、 λ_4 、 λ_6 、 λ_8 、 λ_{10} 、 λ_{12} 、 λ_{14} 、 λ_{16} の光信号の内 λ_{10} のみが透過され、受信部B94で受信され電気信号に変換される。この波長 λ_{10} の光信号は、ノード17からノード13に宛てて送られた大量データであり、SW部95ではヘッダ部が解析され、自端未宛てであることから、出力部96に出力される。出力部96では、ヘッダ部が除去され、元のデータが復元される。

【0041】上述のごとく、固定ノード17から固定ノード13に宛てて送信された大量データは、可変ノード18において λ_6 の光信号で中継伝送され、固定ノード14に送信される。従って、ノード18が固定ノードであった場合に中継伝送を行なうはずであったノード19、20、21、22はこの大量データの中継伝送を行なう必要がなくなり、他のデータの中継伝送処理を行なえることになり、大量データの伝送に伴う輻輳状態の発生が防止できる。更に又、固定ノード17から固定ノード13にデータを伝送する為の中継伝送の回数が、ノード18、とノード14との2回だけとなり、可変ノードを用いない場合のノード18、19、20、21、22、14の6回に比べて遥かに少なくなっており、中継伝送による遅延の発生が少なくなっている。

【0042】本実施例においては、固定ノード19は、同一群内の可変ノード18よりも水平方向の伝送チャンネルの伝送の向きである右方向に位置する為、固定ノード19から送出される信号が可変ノード18の送信波長可変であるという機能を利用するには、水平方向のノード数から1を引いた回数（7回）の中継伝送を行なう必要がある。しかしながら、隣接するノード群の可変ノード12と可変ノード18との水平座標の差が、前述のごとく負ではなく、なおかつノード群のノード数の半分よりも大きくはない様に設定されている為、固定ノード19から送出される信号も、ノード群のノード数の半分よりも大きくはない回数（本実施例では、2回）で可変ノード12での送信波長可変であるという機能を利用することが可能となる。この様に、前述のごとく可変ノードを配置することによって、より多くのノードが少ない中継伝送回数で可変ノードの送信波長可変であるという機能を利用することが可能となる。

【0043】本実施例では、可変ノード12、28、44、60の送信可能波長として λ_2 を用いていない。この理由は、例えば可変ノード12から λ_2 でノード2へ

送信したとしても、可変ノード12が含まれるノード群の水平方向環状伝送チャンネルの伝送の向きである左の方向に存在する固定ノード10は、垂直方向環状伝送チャンネルとして λ_2 を使用している為、固定ノード10のフィルタA83において送信信号 λ_2 が遮断されてしまう為である。

【0044】この様に、任意のノードから他の任意のノードへの信号の伝送を、可変ノードを少なくとも1個介して行なうことが出来るので、中継伝送の回数を少なく出来る。ただ、ノード20からノード29への信号伝送の様に、近接するノード間では、可変ノードを介さずに伝送が行なわれることもある。他の伝送例の場合も本質的に同じ方法で伝送される。

【0045】（実施例2）図8は本発明の第2の実施例であり、各ノード群（110~117、118~125、126~133、134~141、142~149、150~157、158~165、166~173）毎に、垂直方向環状伝送路の伝送の向きの異なる2つの可変ノード111、117、119、124、127、132、135、140、143、148、151、156、159、164、167、172を有した場合の実施例を示している。この様に複数のノード群毎に複数の可変ノードを配置することによって、より多くの大量データの伝送に対応することが可能となる。又、図2と同様な物理的なノード配置をした場合に、左向きに伝送する垂直方向環状伝送路用の可変ノードを、各ノード群の左向きに伝送する垂直方向環状伝送路用のノードの中で最も左に配置し（例えば、ノード119）、同様に右向きに伝送する垂直方向環状伝送路用の可変ノードも最も右に配置した（例えば、ノード132）ことにより、第1の実施例のノード12における λ_2 の様に、可変ノードが使用できない波長が発生することはなく、波長の利用効率が向上する。他の点は第1実施例と同じである。

【0046】動作は実質的に第1実施例と同じである。例えば、ノード121からノード173に信号伝送する場合、固定ノード120、可変ノード119、固定ノード117で中継伝送されてノード173に送信される。可変ノードがなければ、ノード113、169、168、167、166で5回中継伝送されねばならないのに比べて、少ない中継回数で済むことが分かる。

【0047】（他の実施例）上記実施例においては光カプラとしては光信号を単純に分岐若しくは合流するものを示したが、特定の波長のみを分離できる波長特性を備えた光合分波器や波長選択スイッチ等を用いることにより光カプラ以降の波長フィルタを省略した構成とすることもできる。

【0048】また、上記実施例は波長多重により複数の環状伝送路を多重するものとしたが、共通の伝送媒体を用いるものであれば他の多重方法を用いてもよい。信号

に関しては、光信号に限らず電気信号を用いて、周波数多重、空間多重、時分割多重、符号多重等のマルチチャネル伝送路を用いて構成してもよい。その際、例えば周波数多重により多重化する際は、周波数フィルター等を用いてノードを構成すればよい。また、上記実施例はマンハッタンストリートネットワークであったが、可能な範囲において各種のネットワーク形態に対しても本発明が適用できる。

【0049】

【発明の効果】以上述べてきた様に、上記構成を持つ本発明によれば、大量データの伝送時の輻輳の発生を抑え、なおかつ中継伝送の回数を削減出来る為、伝送遅延の減少を可能にする効果がある。

【図面の簡単な説明】

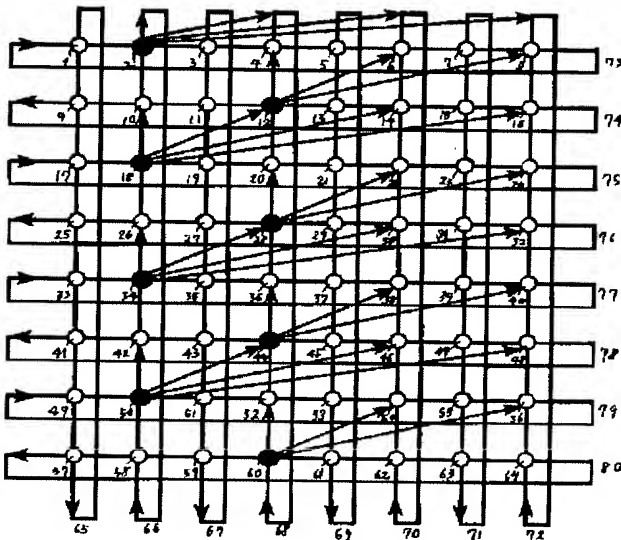
【図1】本発明による第1の実施例の接続関係を論理的な2次元座標を用いて示す図。

【図2】本発明による第1の実施例の接続関係を物理的に1次元的に示す図。

【図3】第1の変ノードの構成例を示す図。

【図4】第2の変ノードの構成例を示す図。

【図1】



【図5】チューナブルな半導体レーザの例を示す図。

【図6】第1の固定ノードの構成例を示す図。

【図7】第2の固定ノードの構成例を示す図。

【図8】本発明の第2の第2実施例の接続関係を論理的な2次元座標を用いて示す図。

【図9】従来例を説明する図。

【図10】従来例を説明する図。

【符号の説明】

1~64、110~173 ノード (2、12、18、28、34、44、50、60、111、117、119、124、127、132、135、140、143、148、151、156、159、164、167、172は可変ノード、その他は固定ノード)

65~80 波長多重伝送路

81 光ファイバ

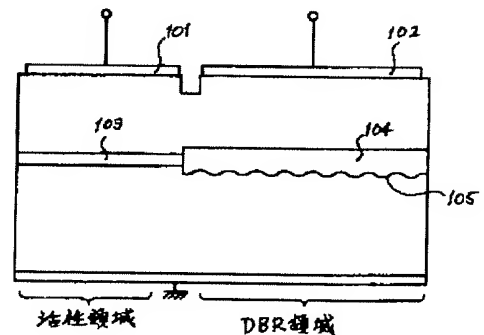
101、102 電極

103 活性層

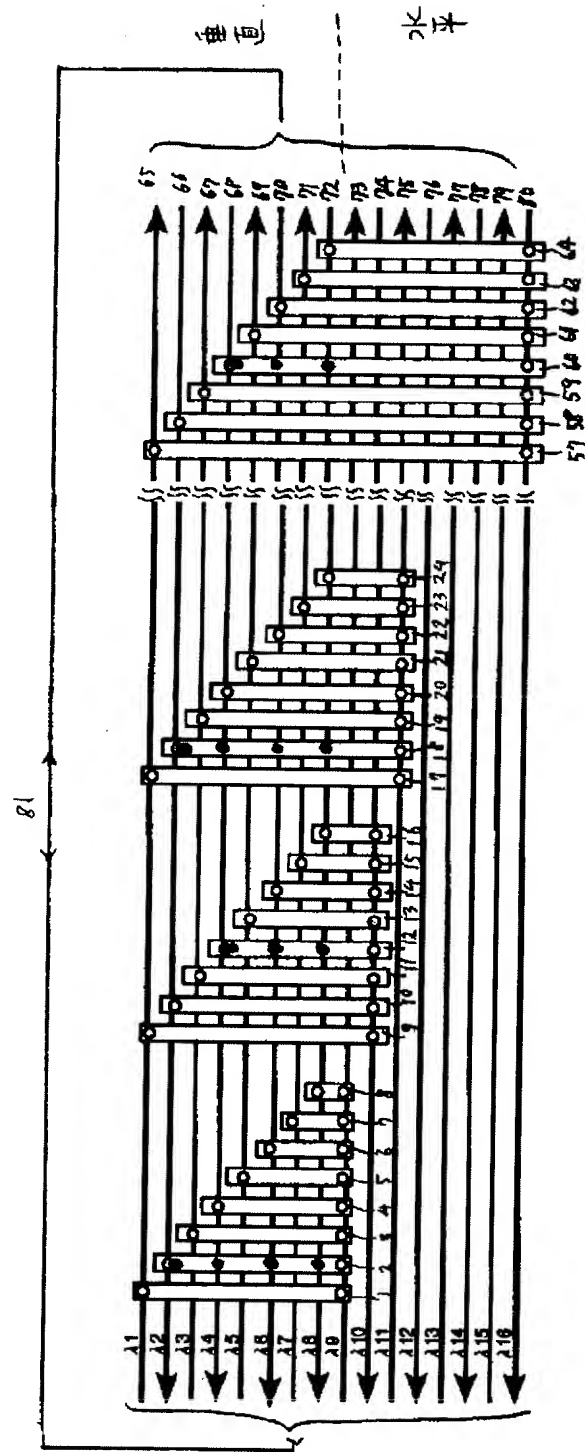
104 光導波路

105 回折格子

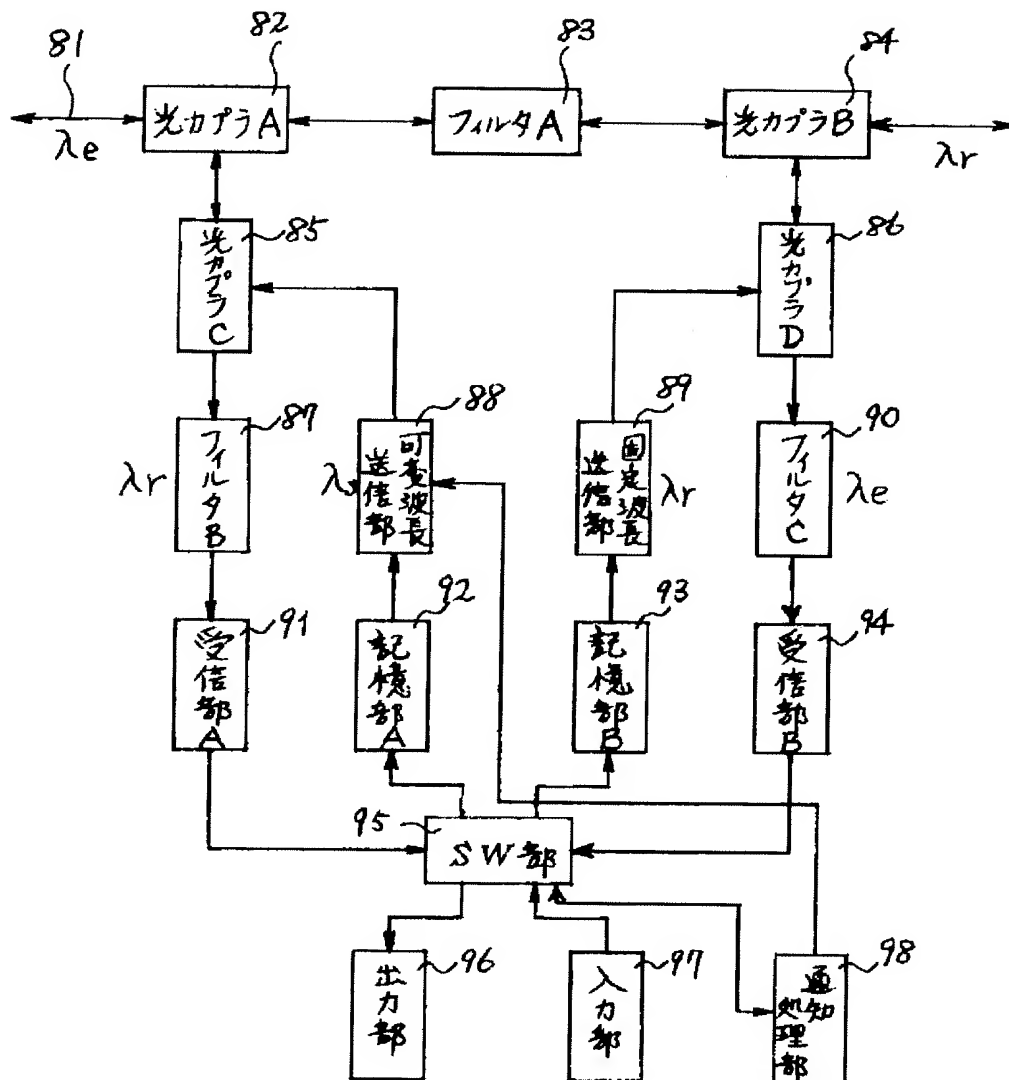
【図5】



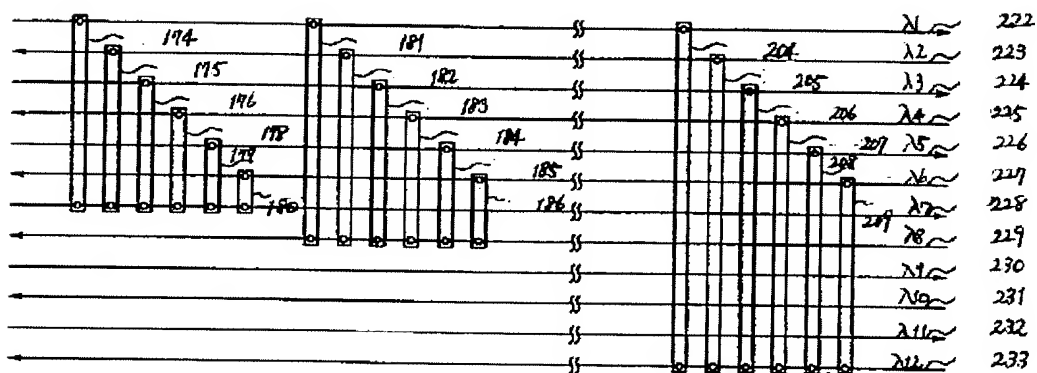
【図2】



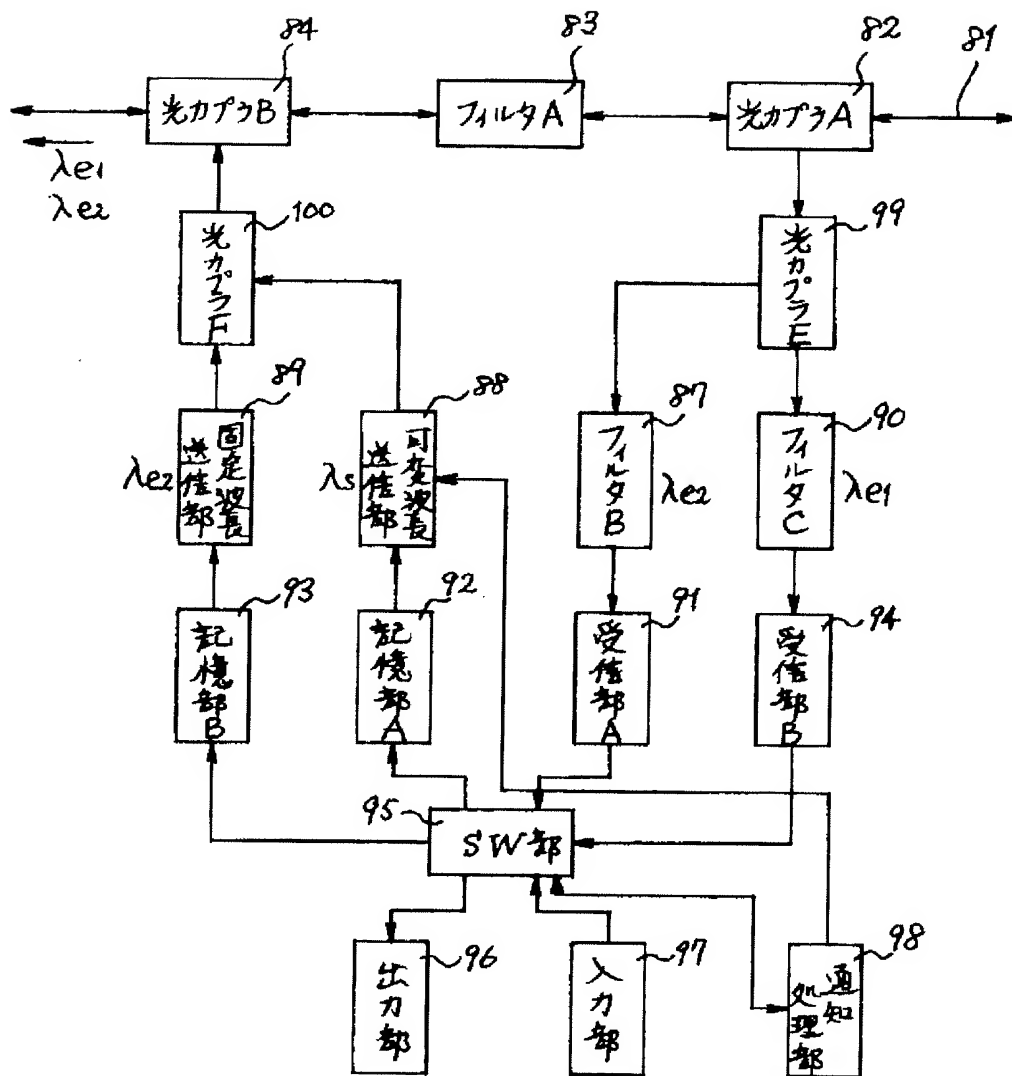
【図 3】



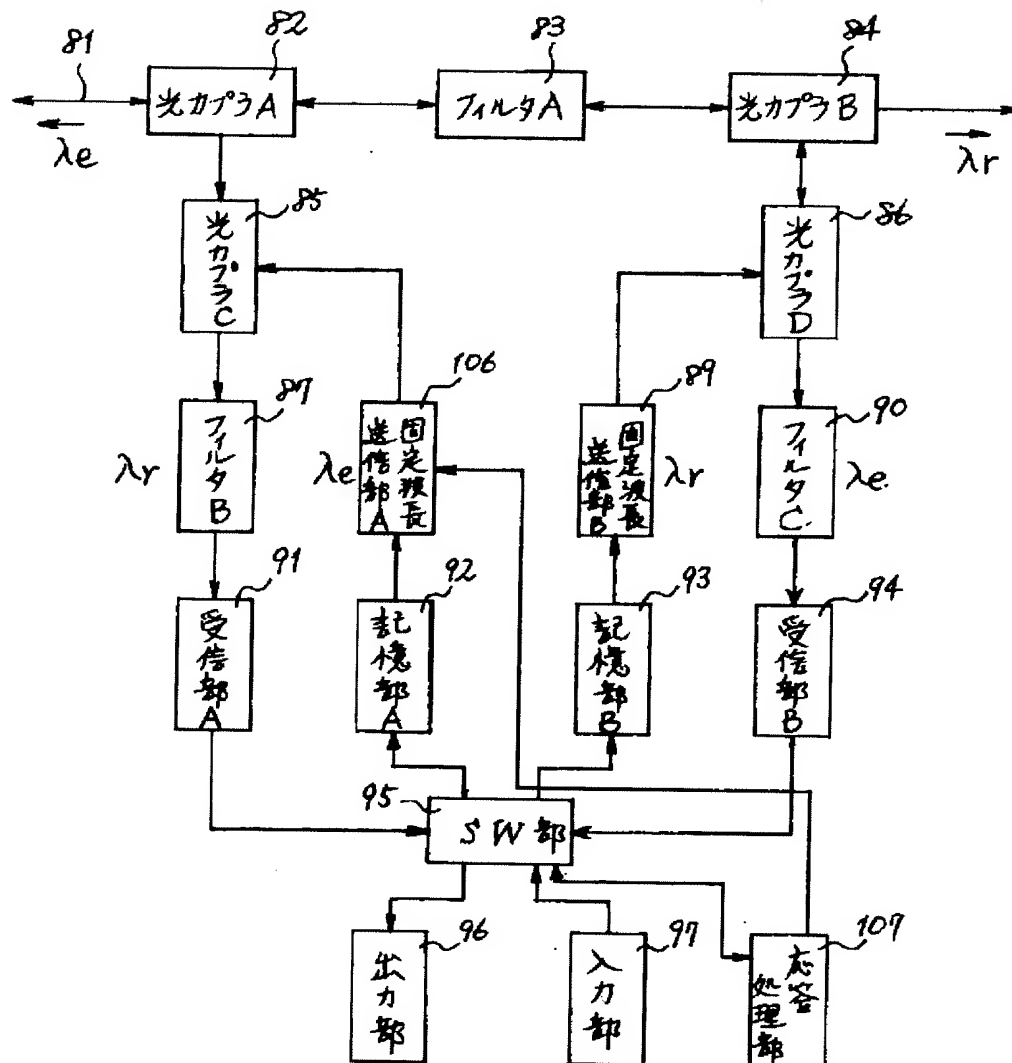
【図 10】



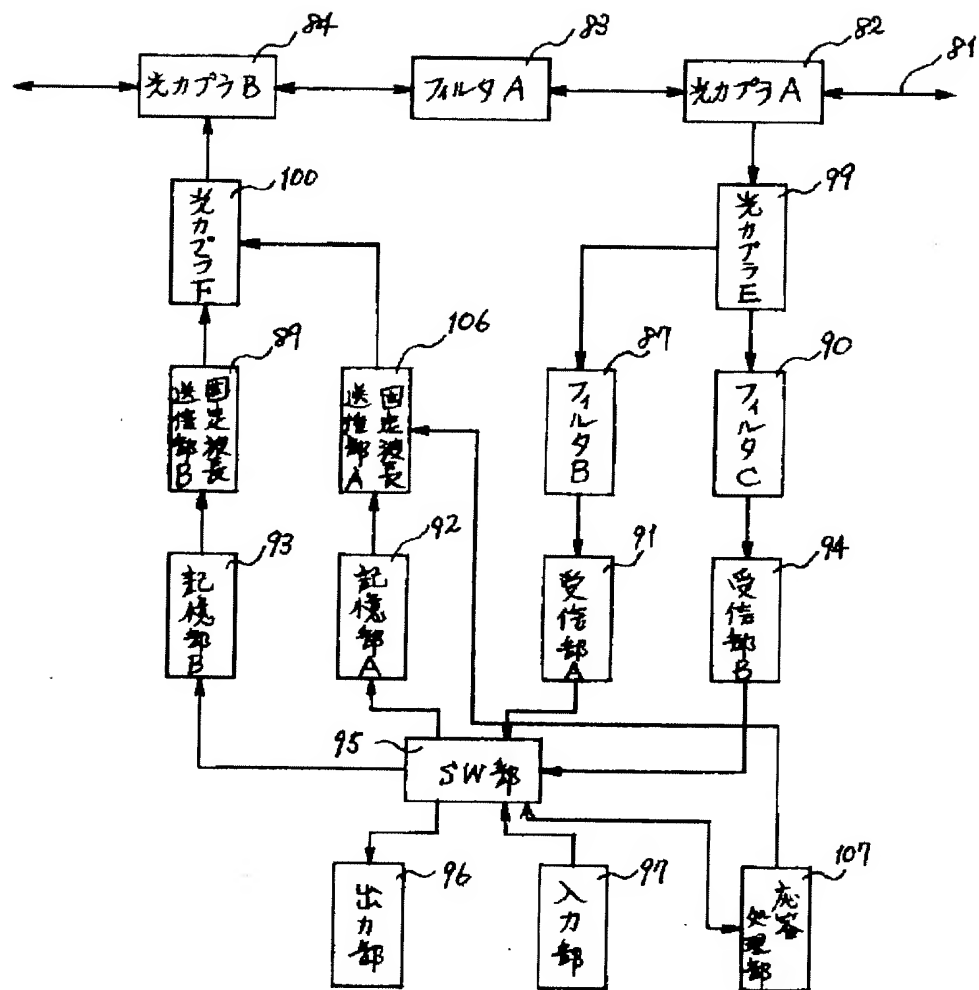
【図 4】



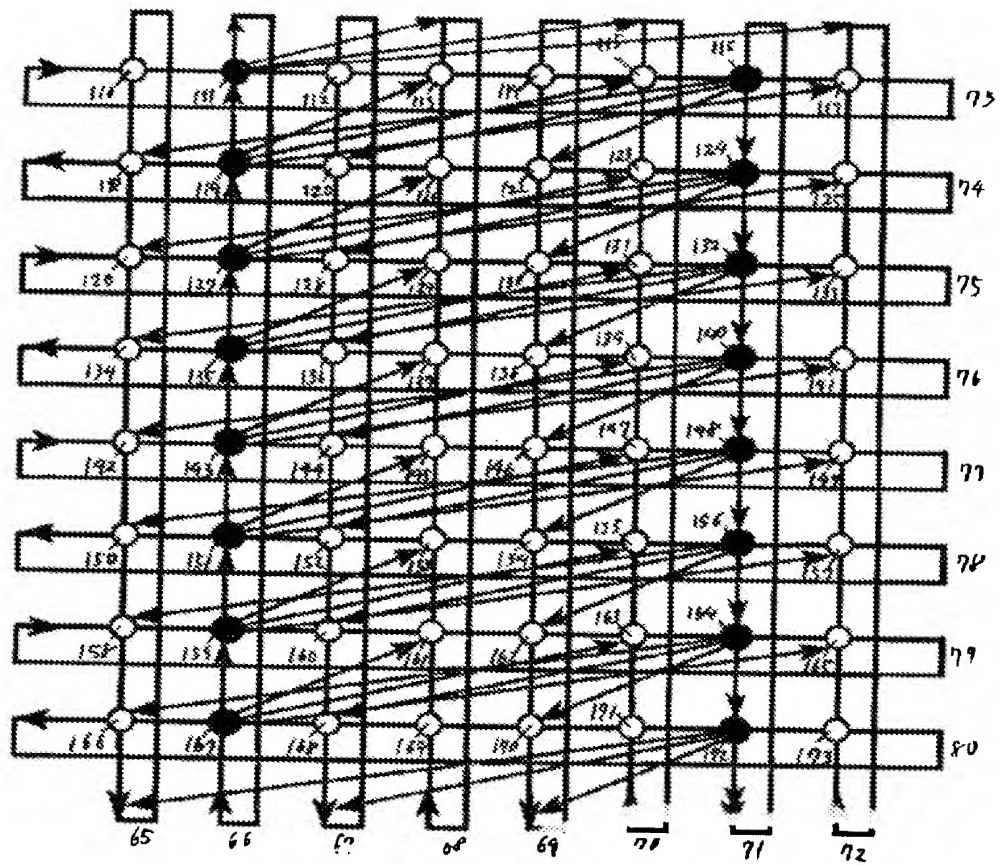
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

